

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-204907  
 (43)Date of publication of application : 08.08.1995

(51)Int.CI. B23B 27/14  
 B23P 15/28  
 C23C 14/06  
 C23C 14/34

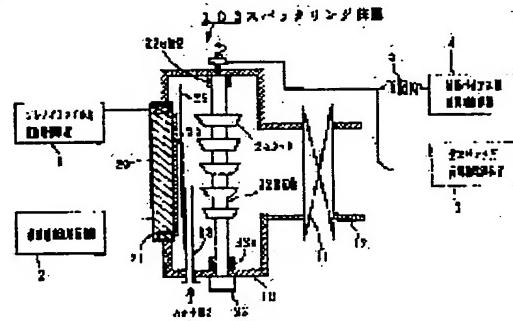
(21)Application number : 06-005273 (71)Applicant : UBE IND LTD  
 (22)Date of filing : 21.01.1994 (72)Inventor : HARADA HIROSHI

## (54) CUTTING WORK TOOL AND ITS COATING METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a long life cutting work tool which has a film that never peels off from the base metal bearing a severe using condition by coating the surface of the knife edge with a TiAlN layer and further forming a intermediate layer composed by a Ti layer between the TiAlN coated layer and the base metal.

**CONSTITUTION:** A Ti material on the outer circumference of a target 25 is filmed on the knife edge surface of a base metal by starting electric discharge from a direction current power unit for discharging connected to the cathode 20 of a spattering device 100 and controlling the electric current running to a magnetic field exciting solenoid coil 21 so as to come near the outer circumferential side of plasma. The electric current running to the magnetic field exciting solenoid coil 21 is then changed and discharged by controlling it so that plasma can generate in the center of a target 25. Nitrogen gas is introduced into the spattering device 100 and TiAlN film is formed on the Ti film on the knife edge surface of the base metal until the thickness becomes about 2μm. Thus a desired cutter 24 can be obtained.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-204907

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

B 23 B 27/14

A

B 23 P 15/28

A

C 23 C 14/06

9271-4K

14/34

8414-4K

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全7頁)

(21) 出願番号

特願平6-5273

(71) 出願人 000000206

宇部興産株式会社

山口県宇部市西本町1丁目12番32号

(22) 出願日

平成6年(1994)1月21日

(72) 発明者 原田 寛

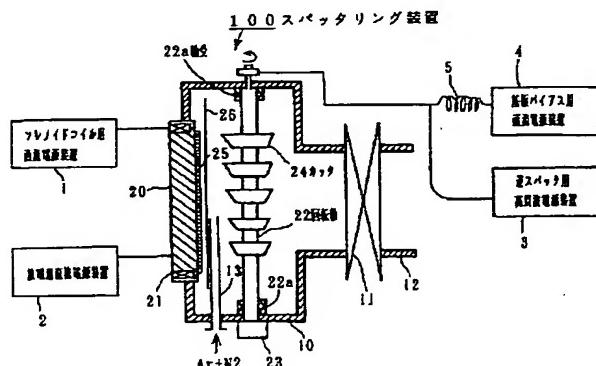
山口県宇部市常磐台(番地なし)

(54) 【発明の名称】 切削加工用工具およびそのコーティング方法

(57) 【要約】

【目的】 高温耐熱性に優れるTiAlN被膜を母材にしっかりと固着させ苛酷な使用状態にも耐えてこの被膜が母材から剥がれることのない長寿命の切削加工用工具を提供するものである。

【構成】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面がTiAlN層で被覆され、かつ、TiAlN層と母材との間にTi層からなる中間層を形成したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面がTiAlN層で被覆され、かつ、該TiAlN被覆層と母材との間にTi層からなる中間層を形成してなる切削加工用工具。

【請求項2】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具のコーティング方法であって、中心部をTiAl材とし外周部をTi材とした1種類のターゲットを用い、カソード内の磁界制御により成膜中に発生する該ターゲット上のプラズマの位置を移動して前記切削加工用工具の表面にTi層ならびにTiAlN層の被膜を順次形成する切削加工用工具のコーティング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、切削バイトや歯車カッタなどの切削加工用工具に係り、刃先表面にチタン系セラミックス膜をコーティングして耐摩耗性を増強し長寿命化を企図した切削加工用工具およびそのコーティング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】切削加工用工具には、炭素工具鋼や合金工具鋼などが従来から用いられ、高い硬さと適度な韌性が要求される。鋼の硬さを高めるには、炭素含有量を増すのが有利なので、比較的炭素含有量の多い鋼が用いられている。JIS規格では工具鋼として、炭素工具鋼鋼材(SK材)や合金工具鋼鋼材(SKS、SKD、SKT材)や高速度工具鋼(SKH材)が規定され、炭素工具鋼は0.6~1.5%の炭素を含有する工具鋼であり、その中でも高炭素鋼は、球状化焼なましによってセメンタイトを球状化したのち、焼入れ、焼もどしを行って、強靭な焼もどしマルテンサイトの素地に球状の硬い未固溶セメンタイト粒子が分散した金属組織として用いられる。鋼の炭素含有量が多いほどセメンタイト粒子の数量も増し、耐摩耗性が向上する反面、韌性は炭素含有量が少ないほど増加し、また、結晶粒度の微細なものほど高い韌性を示す。高い硬さと耐摩耗性を要する切削工具、組やすりなどには炭素含有量の多い鋼が使用され、韌性を必要とするぜんまい、刻印、プレス型などには炭素含有量の少ない鋼が使用される。しかしながら、炭素工具鋼は焼入性が低いため、水焼入れをする必要があり、寸法が大きく、形状が複雑なものでは焼割れを生じやすい。また、焼もどし軟化が起こりやすいので、バイトとして用いる時には高速切削には適さない。合金工具鋼は、前述のような炭素工具鋼の欠点を改良するために、Cr、W、VあるいはNiなどの合金元素を添加した鋼であり、主に切削工具用や耐衝撃工具鋼、熱間金型用に大別される。

【0003】一方、切削用工具として使用するバイト、カッタ類は切れ味の点から、何よりも硬さが高いことが望まれるので比較的炭素含有量の多い鋼を使用し、他

方、切削時の衝撃によって刃こぼれが生じないような適度な韌性を保持するような炭素含有量の鋼が選択される。たがね、ポンチなどのように極めて大きな衝撃荷重のもとで使用される工具鋼としては、0.35~0.55%Cと炭素含有量を低め、Cr、Wなどを添加して韌性を加味し、耐摩耗性を向上したSKS4およびSKS41などが用いられる。また、0.8~1.1%Cと高炭素含有量で、Vの添加で結晶粒を微細化し、表層部のみを浅く焼入硬化して、表層部の耐摩耗性と内部の韌性を兼ね備えたSKS43、SKS44も利用される。高速切削では、工具は大きな機械的摩耗を受けるとともに、摩擦熱によって刃先温度が著しく上昇するので、高温での硬さ、耐軟化性が必要となる。このため、Cr、W、Mo、Vなどを多量に添加して切削性能を向上したのが高速度工具鋼であり、Coを含む鋼は焼もどし抵抗性と高温硬さが高いので高速切削に好適である。また、V含有量の多い鋼は硬い炭化物の量が多く耐摩耗性によりので高硬度材の切削に適する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年切削加工の対象となるワーク(被削物)の範囲の拡大に伴って、より硬い被削物をしかも高速切削する必要に迫られ、必然的に高速による摩擦熱の発生は著しく、バイトやカッタなどの切削加工用工具の耐摩耗性を改善して長寿命化を図ることが切削加工用工具の大きな課題のひとつとなってきた。このため、PVD法(physical vapor deposition)やCVD法(chemical vapor deposition)といった表面処理法によって、工具鋼などの母材の切刃部に耐熱性被膜を形成することも最近行われるようになった。PVD法の実例の中では、従来、チタン系セラミックス膜のコーティング方法として、母材の表面にTiN被膜を形成させることにより、より高温に耐え耐摩耗性を改善した切削加工用工具が使用されるようになってきた。しかしながら、TiN被膜は耐熱温度は最高600℃程度であり、さらに高温に耐えるコーティング被膜を有する切削加工用工具の需要が高まり、800℃の耐熱温度を持つTiAlN被膜が出現するようになって、耐熱度の向上による寿命の延命化の面では改善された。ところが、TiAlN被膜した切削加工用工具は耐熱度の点では確かにTiN被膜のものに比べて改善された反面、使用中に母材から剥がれ易いという大きな難点があり、問題となっていた。本発明の目的は、このような高温耐熱性に優れるTiAlN被膜を母材にしっかりと固定させ、苛酷な使用条件によっても母材からこの被膜が剥離することのない切削加工用工具を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】以上のような課題を解決するために、本発明の切削加工用工具は、母材が鉄系材

料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面が TiAlN層で被覆され、かつ、該TiAlN被覆層と母材との間にTi層からなる中間層を形成したものである。また、本発明の切削加工用工具のコーティング方法は、母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具のコーティング方法であって、中心部をTiAl材とし外周部をTi材とした1種類のターゲットを用い、カソード内の磁界制御により成膜中に発生する該ターゲット上のプラズマの位置を移動して前記切削加工用工具の表面にTi層ならびにTiAlN層の被膜を順次形成する構成とした。

#### 【0006】

【作用】本発明の方法では、スパッタリング装置の基板ホルダに母材を装着したあと、真空引きし所定の真空状態になった後、アルゴンガスを装置内へ導入してターゲットのスパッタ洗浄を行う。そして、母材の刃先表面を直流電源または高周波交流電源によるスパッタ洗浄したあと再びターゲットのスパッタ洗浄を行う。これらの前処理が終了したあと、カソードに接続された放電用直流電源装置により放電を開始し、プラズマが外周側へ寄るように磁界励磁用ソレノイドコイルへ流れる電流をコントロールし、ターゲットの外周部のTi材を母材の刃先表面へ成膜させる。この被覆膜が所定の厚さに達したところでこの作業を終了し、再び磁界励磁用ソレノイドコイルへ流れる電流を変更し、プラズマがターゲットの中心部に生じるようコントロールして放電を行う。この時、装置内へは窒素ガスを導入し、母材の刃先表面のTi被膜のうえにTiAlN成膜を厚さが2μm程度になるまで形成させる。以上のようにして、切削加工用工具の刃先表面にはTi層とTiAlN層とが積層され、付着力の強い強固な成膜が完成される。

#### 【0007】

【実施例】以下図面に基づいて本発明の実施例について詳細に説明する。図1～図7は本発明の実施例に係り、図1はスパッタリング装置の構成図、図2はターゲットの構成を示す斜視図、図3～図4はそれぞれスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図、図5はプラズマ発生時のイオン電流密度分布を示すグラフ、図6はスパッタリングプロセスの工程手順を示すフローチャート、図7はプラズマコーティングされた切削加工用工具により切削された被削物の表面粗さを示す比較線図である。図1は、切削加工用工具として歯車切削用のカッタ24を表面コーティングする実施例を示したもので、スパッタリング装置100は、配管12およびメインバルブ11を介して図示しない真空ポンプに連結された真空容器10と、真空容器10内の各々の機器に接続された4種類の直流電源装置1、2、3、4とで構成される。真空容器10内には後述するターゲット25を設置したカソード20が一方の内面に固定され、外部にある放電用直流電源装置2と結線される。カソード20の

内部には磁界制御用ソレノイドコイル21が埋設され、外部のソレノイドコイル用直流電源装置1と結線される。一方、カソード20に対向する真空容器10内部中央には軸受22a回りに回転自在な回転軸（基板ホルダ）22が設置されカッタ24がコーティング被覆面をカソード20方向に向けて設置される。回転軸22はモータ23の駆動により直接に低速で駆動され、回転可能に構成される。カッタ24が密着取付けされる回転軸22には逆スパッタ用高周波電源装置3および基板バイアス用直流電源装置4とがパラレルに結線される。基板バイアス用直流電源装置4の直後のチョークコイル5は逆スパッタ用高周波電源装置3の高周波電力が基板バイアス用直流電源装置4へ流れ込まないための保護用に設けたものである。また、真空容器10内にはプロセスガス導入管13によりアルゴンガスおよび窒素ガスが導入されるとともに、カソード20とカッタ24との間には往復動できる開閉自在なシャッタ26が設けられる。次に、カソード20に取り付けられるターゲット25の詳細について説明する。図2に示すように、ターゲット25は、カソード20と着脱自在なバッキングプレート30の表面に厚さ5mm程度のTiメタル32とTiAl焼結体31の2種類からなる金属板で構成される。TiAl焼結体31は通常TiとAlとがともに50atm.%含有される。

【0008】以上のように構成されたスパッタリング装置100を使用してカッタ24の表面にTiAlN被覆層を形成するスパッタリングプロセスについて説明する。まず、所望のカッタ24を回転軸22に取り付け、メインバルブ11を開いて真空容器10内の圧力を真空ポンプの駆動により $5 \times 10^{-6}$  Torr以下に真空引きする。真空引きが完了した後、プロセスガス導入管13によりアルゴンガスを導入し、圧力を $2 \times 10^{-3}$  Torr程度に設定する。この状態でシャッタ26を閉じたまま、ターゲット25上にプラズマを発生してターゲット25表面のスパッタ洗浄を充分に行う。その後、基板（カッタ24）に高電圧を印加してカッタ24のスパッタ洗浄を行うが、この時に利用する放電電源は、カッタ24の表面形状により選択する。すなわち、表面が平滑の場合には基板バイアス用直流電源装置4を用いて直流スパッタエッティングを行うが、表面コーティングする切削加工用工具24は複雑な形状をしており表面が平滑でない場合には、直流スパッタエッティングを使うとスパッタエッチされる個所が凸部に集中してしまい、凹部は逆に凸部から蒸発したガスなどにより汚染される現象が起つて所期の目的を達成できることになる。このため、本発明では、逆スパッタ用高周波電源装置3を使用して逆スパッタを行うことによって、処理時間は長くなってしまうという問題はあるけれども、放電が切削加工用工具24表面全体に発生し、局所的なエッティングやエッティング不良個所の発生を防止する。逆スパッタによる基板

(カッタ24)のエッチング洗浄が終了した後、再度ターゲット25のスパッタ洗浄を行う。その理由は逆スパッタ時にカッタ母材表面から発生した不純物がターゲット25に付着しているので、それを取り除くためである。このようにして、成膜までの全ての前処理が完了する。

【0009】次に、ハードコーティング層の生成プロセスに入る。本発明ではハードコーティング層としてTiAlNを用いる。基板(カッタ24)の金属表面とTiAlN層の間にTi層を設けるには、通常スパッタリングでこのような2種類の膜をつける場合にはTiターゲットとTiAlターゲットの2種類のターゲットを取り付けた別々のカソードが必要となる。つまり、従来の方法では上記別々のカソードを有する装置を必要としていたが、本発明では、図2に示すターゲット25をカソード20へ取り付け、かつ、図3～図4に示すように、カソード内の磁界の制御を用いてプラズマ発生位置を制御することによって1種類のカソード20で操業可能となった。図3はプラズマPをTiAl焼結体31の外周のTiメタル層32に発生させた例であり、図4はプラズマPをTiAl焼結体31領域の表面に発生した状態を示し、それぞれTi膜、TiAlN膜を成膜させる場合に対応する。実際の成膜では、まず真空容器10内にアルゴンガスを導入して $2 \times 10^{-3}$  Torr程度のガス圧に設定し、基板であるカッタ24にはプラズマによるイオンアシスト効果を得るために、基板バイアス用直流電源装置4にて100V程度の基板バイアスを印加しておく。この状態でプラズマをターゲット25外周部に発生させて(図3に相当)、Ti膜を約1000～2000Å(オングストローム)成膜する。引き続いで真空容器10内にN<sub>2</sub>とArガスを導入してターゲット25内周部にプラズマを発生させて(図4に相当)、TiAlN膜を約2μm成膜する。この時N<sub>2</sub>ガスとArガスの比率は使用する真空ポンプの性能や基板(カッタ24)の大きさ、放電のパワーなどによって変化するのでその時々の最適条件をテストによって予め把握しておくことが望ましい。また、膜厚は、通常のハードコーティングでは2μmが標準とされているが、利用目的により5μm程度の膜厚までは可能である。それ以上の膜厚になると、セラミックス本来の特性である脆性が顕著に現れて、ハードコーティングとしての効果が減殺されるので注意を要する。このようにして積層されたTiAlN

(窒化チタンアルミ)は、従来のTiN(窒化チタン)より耐熱性に優れ約800℃まで分解しないことが実験的に確認されている。また、Ti膜を中間膜として使用することにより表層のTiAlN層と母材との付着力が強化される。また、母材となるSKD61(熱膨張係数11.6)とTiN膜(熱膨張係数9.4)とが比較的近い熱膨張係数を有するに対して、TiAlN膜(熱膨張係数6.5)はこれらよりかなり低い値となり、高温

時にはTiAlNコーティングされた切削用工具の方が強い圧縮応力が生じており耐久性が一層向上することがわかる。

【0010】このようにして、従来技術で述べた工具鋼などを母材とするバイト、カッタなどの切削用工具にTiN層ならびにTiAlN層で被覆コーティングされたものを実際の切削加工に使用し、被削物の表面粗さを測定したものを図7に示す。図7の例は、本発明のようにTi層およびTiAlN層被覆したピニオンカッタで歯切加工したRギヤーと、TiAlN層のみコーティングしたピニオンカッタならびにコーティング施工しないピニオンカッタで歯切加工したRギヤーの切削後の表面粗さを測定したもので、結果はTi層およびTiAlN層施工したピニオンカッタの場合がTiAlN層のみのものやコーティングなしのものに比べてはるかに優れていることがわかる。以上述べたように、本発明のコーティング被覆した切削加工用工具は、仕上面粗さが向上するとともに工具の寿命が伸び、高硬度歯車の切削も可能となる。本発明の実施例では、コーティングされる切削加工用工具として、歯切用のカッタ24を示したが、本発明の適用を受ける切削加工用工具は、これだけに止まらずバイト、フライスカッタ、組やすり、糸のこ、ナイフカッタ、帯のこ、丸のこ、ハクソー、シャーナー、ねじ切りダイス、ホブ、ドリル、タップ、シャープレード、刻印などが含まれる。また、以上の加工工具以外の治工具、例えば、押出し工具、鍛造型、ポンチ、ハンマー、ベンチ、モンキ、スパンナ、ドライバ、レンチ、プライヤ、ステークラー、ホーミングロール、タガネなどに適用することもできる。なお、本発明では、TiAlN膜と母材との間にTi膜を入れて付着力を増強したが、さらに、TiAlN膜とTi膜との間にTiN膜を形成し、TiAlN膜の韌性を補強するようにすることもできる。この場合、Ti膜0.1～0.2μm、TiAlN膜0.5～1.0μmに対してTiN膜は1.0～1.5μm程度とする。

【0011】なお、本発明におけるターゲット25の構造は、前述したように図2に示したとおり内側にTiAl焼結体31、外側にTiメタル32を配設したものであるが、このTiとTiAlとを内外入れ替えることは有り得ない。なぜならば、ハードコーティング層となるTiAlN層は成膜時に基板をプラズマ中のイオンでビーンシングするイオンアシストがより良い膜質を得るために必要な条件であり、図5に示すように、プラズマが中心部に寄るほど基板に流入するイオン量が増えるからである。逆にプラズマが外側に寄っている場合には、ほとんど基本イオン電流は流れず、イオンアシスト効果はあまり期待できない。従って、本発明で使用する複合ターゲットではターゲット中心部がハードコーティング材料であるTiAlで構成されている必要がある。図6は、以上のスパッタリング方法の工程手順を説明するフロー

ヤートであり、その内容は前述したとおりである。

#### 【0012】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の切削用工具のコーティング方法は、2種類のチタン系セラミックス膜からなる被覆層を有する積層の成膜を基板（工具刃先表面）に、同一の装置内で簡便に、かつ、高能率で実施することができるので、作業能率が向上する。また、このようにして得られたコーティング積層された切削加工用工具は、被削物の表面粗さが向上し、耐摩耗性と韌性がともに高く、刃物寿命が長くなるので工費節減となるとともに、高速切削や超硬度被削物の切削が可能となり、適用範囲が拡大する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施例を示すスパッタリング装置の構成図である。

【図2】本発明に係る実施例を示すターゲットの構成を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例に係るスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図である。

【図4】本発明の実施例に係るスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図である。

【図5】本発明に係るプラズマ発生時のイオン電流密度分布を示すグラフである。

【図6】本発明に係るスパッタリングプロセスの工程手順を示すフローチャートである。

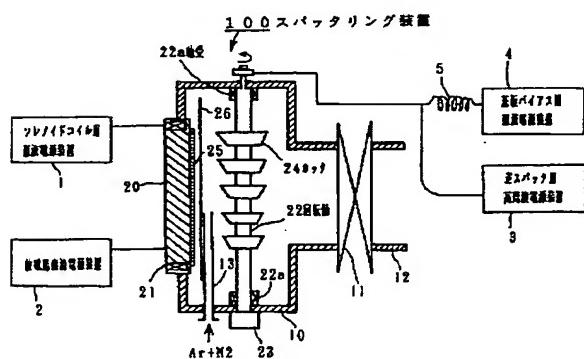
【図7】本発明に係るプラズマコーティングされた切削用工具により切削された被削物の表面粗さを示す比較線

図である。

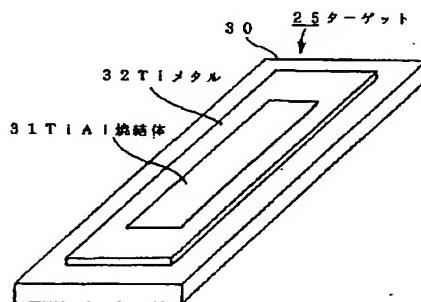
#### 【符号の説明】

- 1 ソレノイドコイル用直流電源装置
- 2 放電用直流電源装置
- 3 逆スパッタ用高周波電源装置
- 4 基板バイアス用直流電源装置
- 5 チョークコイル
- 10 真空容器
- 11 メインバルブ
- 12 配管
- 13 プロセスガス導入管
- 20 カソード
- 21 磁界制御用ソレノイドコイル
- 22 回転軸（基板ホルダ）
- 22a 軸受
- 24 カッタ（切削加工用工具）
- 25 ターゲット
- 26 シャッタ
- 30 バッキングプレート
- 31 TiAl焼結体
- 32 Tiメタル
- 100 スパッタリング装置
- P プラズマ
- Q 基板流入イオン電流密度
- S ターゲット中心からの距離
- s 表面粗さ

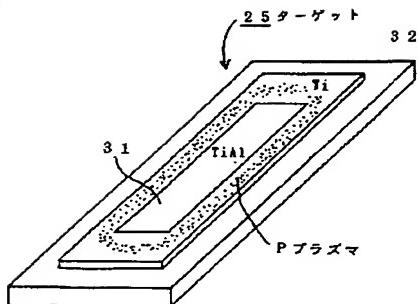
【図1】



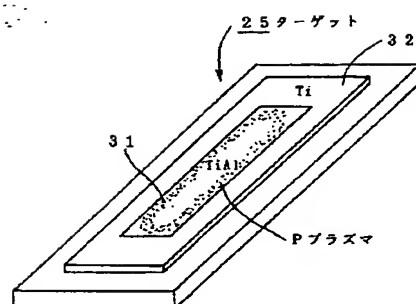
【図2】



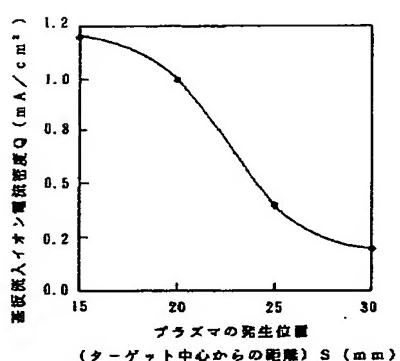
【図3】



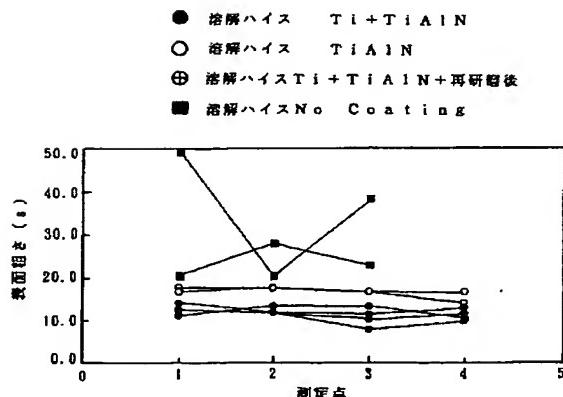
【図4】



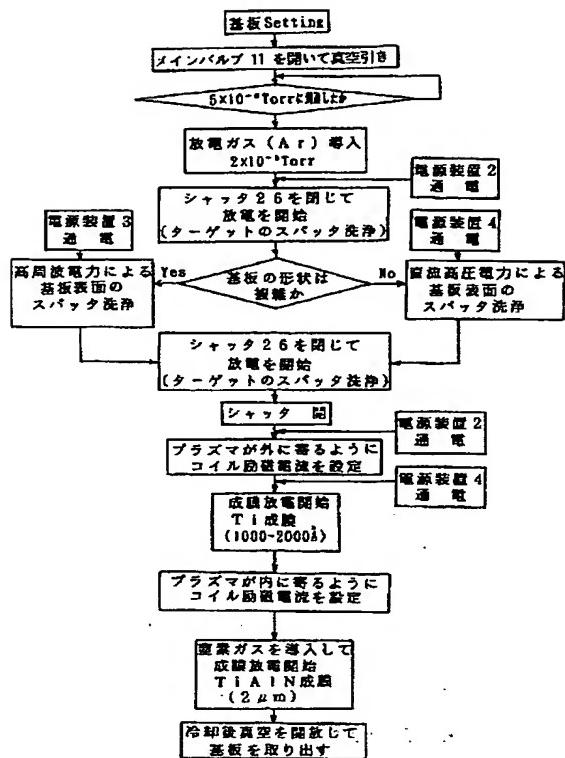
【図5】



【図6】



【図7】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**